



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE UnB PLANALTINA  
CURSO DE GESTÃO DO AGRONEGÓCIO

# **ECOTOXICOLOGIA E A QUALIDADE DA ÁGUA PARA O USO NA AGRICULTURA**

**Lucas Monteiro Regis Cunha**

**Planaltina - DF  
2011**

**Lucas Monteiro Regis Cunha**

**ECOTOXICOLOGIA E A QUALIDADE DA ÁGUA PARA O  
USO NA AGRICULTURA**

Cumprimento da disciplina Estágio  
Supervisionado para obtenção do título de  
graduação em Gestão do Agronegócio  
apresentado à Universidade de Brasília –  
UnB.

Orientadores: Prof<sup>ª</sup>: Dr. Vânia Ferreira  
Roque-Specht e Supervisor de Estágio: Dr.  
Eduardo Cyrino

**Planaltina - DF  
2011**

## **AGRADECIMENTOS**

- Primeiramente ao Eduardo Cyrino e a Vânia Roque-Specht por me guiarem;
- A Daphne Muniz, ao Nathan Simplicio e ao Luiz Gontijo por me treinarem e;
- Por todos envolvidos neste período pela paciência.

“Desde quando o futuro deixou de ser uma promessa para se tornar uma ameaça?” – Chuck Palahniuk, Monstros Invisíveis.

## **RESUMO**

O relatório de estágio supervisionado presente foi feito durante o estágio na Embrapa Cerrados, com início em setembro de 2011. O foco deste trabalho foi apresentar uma integração entre a qualidade da água que é utilizada na agricultura para a irrigação e a ecotoxicologia. Foram analisados os organismos teste como potenciais instrumentos de monitoramento para a agricultura e para o estabelecimento de critérios para o uso da água. Foram realizadas manutenções de microcrustáceos e moluscos, produção de água mole e cultivo de algas verdes. A pesquisa teve caráter exploratório, e através de uma revisão bibliográfica associada a uma observação participante se tornou possível o desenvolvimento dos diagnósticos para esta situação. Ao fim deste relatório ficou constatado que as tarefas de manutenção dos organismos-teste são de grande utilidade para o desenvolvimento de programas de monitoramento e para a determinação da qualidade da água, além de mostrarem grande capacidade para o estabelecimento de valores máximos de contaminantes na água utilizada para atividades de irrigação, exigidos em protocolos ambientais. Todas essas informações propiciaram a aumentar a eficiência de ações sustentáveis ao promover uma agricultura menos intensa em agentes químicos e aumentando a qualidade de vida daqueles que trabalham no campo.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Ceriodaphnia Dubia</i> .....	16
Figura 2. <i>Biomphalaria Glabrata</i> .....	16

## SUMÁRIO

<b>Resumo .....</b>	<b>5</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>8</b>
1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO.....	8
1.2 TEMA.....	9
1.3 OBJETIVOS .....	10
<b>2. Revisão de Literatura .....</b>	<b>11</b>
2.1 USO DA ÁGUA.....	11
2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS .....	12
2.3 ECOTOXICOLOGIA.....	13
<b>3. Experiência Prática em Ecotoxicologia .....</b>	<b>16</b>
3.1 MANUTENÇÃO DOS MICROCRUSTÁCEOS E MOLUSCOS .....	16
3.2 PRODUÇÃO DE ÁGUA MOLE .....	17
3.3 CULTIVO DE ALGAS VERDES .....	18
<b>4. Metodologia .....</b>	<b>19</b>
4.1 MANUTENÇÃO E ALIMENTAÇÃO DOS MICROCRUSTÁCEOS E MOLUSCOS 19	
<b>5. Análise.....</b>	<b>21</b>
<b>6. Conclusão.....</b>	<b>22</b>
<b>7. Referências .....</b>	<b>23</b>

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

Em 7 de dezembro de 1972, o então presidente da República, Emílio Garrastazu Médici, sancionou a Lei nº 5.881, que autorizava o Poder Executivo a instituir empresa pública, sob a denominação de Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), vinculada ao Ministério da Agricultura. O artigo 7º estabelecia um prazo de 60 dias para a expedição dos estatutos e determinava que o decreto fixasse a data de instalação da empresa. O Decreto nº 72.020, datado de 28 de março de 1973, aprovou os estatutos da Empresa e determinou sua instalação em 20 dias.

A primeira Diretoria da Embrapa foi empossada em 26 de abril de 1973, no Ministério da Agricultura. José Irineu Cabral foi nomeado o primeiro diretor-presidente da Embrapa, apoiado pelos diretores Eliseu Roberto de Andrade Alves, Edmundo da Fontoura Gastal e Roberto Meirelles de Miranda.

Instalada provisoriamente no Edifício Palácio do Desenvolvimento, em Brasília, DF, a diretoria da nova empresa buscou no mercado os quadros que pudessem liderar as atividades da nova estrutura de pesquisa.

No final de 1973, uma portaria do Executivo encerra a existência do Departamento Nacional de Pesquisa e Experimentação (DNPEA), que coordenava todos os órgãos de pesquisa existentes até a criação da Embrapa. Com isso, a Empresa herdou do DNPEA uma estrutura composta de 92 bases físicas: 9 sedes dos institutos regionais, 70 estações experimentais, 11 imóveis e 2 centros nacionais. A partir daí a Embrapa começava a sua fase operativa, passando a administrar todo o sistema de pesquisa agropecuária no âmbito federal.

Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira.

A Embrapa atua por intermédio de Unidades de Pesquisa e de Serviços e de Unidades Administrativas, estando presente em quase todos os Estados da Federação, nos mais diferentes biomas brasileiros.

Está sob a sua coordenação o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, constituído por instituições públicas federais, estaduais, universidades, empresas privadas e fundações, que, de forma cooperada, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico.



## 1.2 TEMA

A água que é usada para a irrigação deve atender vários requisitos que evitam prejuízos econômicos e à saúde humana, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Em relação à saúde, caso a qualidade da água seja alterada, pode possivelmente virar uma questão de saúde pública, e ainda que não alcance tal gravidade, provavelmente os consumidores notariam tanto no preço quanto na verificação sensorial alterações causadas por problemas na qualidade da água. Em relação ao segundo aspecto leva-se em consideração a análise e verificação de resíduos na água que possam afetar os tubos de irrigação ou que prejudicar o desenvolvimento das plantações de maneira geral.

No entanto, o aspecto mais importante neste ponto seria a manutenção da vida aquática. Constantemente a agricultura é associada aos mais diversos tipos de degradação ambiental devido seus costumes que visam apenas maximizar os lucros. Todos seus dejetos contaminam os solos, as águas subterrâneas e superficiais, e cada vez mais a sociedade tem cobrado correções desses comportamentos. Por compor um ciclo, a qualidade da água depende extremamente dos resultados da ação antrópica sobre a natureza. Desta forma, atualmente, organizações diversas têm cobrado o monitoramento dessas atividades e da água propriamente dita, a fim de evitar maiores catástrofes.

A ecotoxicologia por sua vez vem se preocupar com o envolvimento das substâncias químicas com o meio-ambiente e a manutenção das espécies que ali se encontram, tendo um enfoque mais ambiental. Vários estudos atuais, por exemplo, buscam discutir a contaminação da água por substâncias como o nitrato, abundante em agrotóxicos e o dano que causariam ao meio aquático.

O monitoramento da água desde sua origem até sua saída de uma produção agrícola representa uma integração de extrema importância tanto entre diferentes campos de atuação (agronomia, gestão de agronegócios e gestão ambiental). A partir do momento que são mostradas as vantagens de um circuito integrado onde todos os agricultores (ou outros integrantes no percurso) obtêm uma água de qualidade que respeita as normas de segurança alimentar e que simultaneamente respeita o meio-ambiente, há a promoção de uma agricultura sustentável. A oportunidade de atrair a atenção para a necessidade de se manter um padrão já estabelecido para a qualidade da água é muito importante em uma cultura acostumada à fácil aquisição e utilização da água, e que conseqüentemente passou a desprezar esse aspecto (REIS et al. 2011). Além disso, os custos que uma água que não teve uma verificação apropriada aumenta quando acidentes como a precipitação de sais na tubulação de irrigação

ou a redução da eficiência de certos adubos causada por uma água de qualidade inadequada reduzem a eficiência da produção.

Dentro deste contexto, este trabalho buscará discorrer sobre a qualidade da água que sai de suas fontes primárias e é utilizada no meio agrícola para a irrigação, e muitas vezes também para o consumo humano, mas que posteriormente a esse uso retorna ao ambiente e não deve estar contaminada, ou seja, não prejudicar a vida nos ecossistemas aquáticos.

### 1.3 OBJETIVOS

O principal objetivo deste trabalho é acompanhar os trabalhos da ecotoxicologia relacionando-os ao monitoramento da água e as atividades agrícolas

Os objetivos específicos são:

- Analisar as tarefas da rotina do laboratório de análise da água a fim de observar seu potencial como instrumento de monitoramento das atividades agrícolas;
- Estudar a abrangência do reconhecimento da ecotoxicologia e sua capacidade de promover a sustentabilidade;
- Verificar como estas atividades podem auxiliar no estabelecimento de critérios para a utilização da água para a irrigação em políticas ambientais;

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 USO DA ÁGUA

A escassez de água no mundo é uma notícia alarmante e que atualmente tem movido as nações em busca de soluções realmente difíceis, afinal a maioria dos problemas é associada ao crescimento demográfico, o modo de consumo desenfreado que é estímulo para constantes desmatamentos e escoamentos de agentes tóxicos em aquíferos, além da exploração excessiva dos mesmos (Paz, Teodoro & Mendonça, 2000). Aproximadamente 71% da extração de água mundial é direcionada para a irrigação (FAO, 2000). Com o estabelecimento da utilização doméstica da água como prioridade, seguida da utilização em indústrias e atividades agropecuárias, já é notável que são poucos os lugares no mundo que disponibilizam água suficiente para essas atividades serem alimentadas adequadamente, e de acordo com Almeida (2010), a falta de água para a agricultura associada à necessidade de aumentar a produção de alimentos torna mais comum a utilização de águas com qualidades inferiores para a agricultura, fator que prejudica os solos e limitam a qualidade da produção agrícola, além de aumentar a probabilidade de se desenvolver uma cadeia de contaminação e escoamento de uma água com qualidade cada vez menor por um circuito. Um estudo de Paz, Teodoro e Mendonça (2000) revisa que:

“...a adoção de tecnologias que focam melhorias na eficiência, na redução de perdas, na garantia de produção e no ganho de produtividade com a irrigação, fertilizantes, defensivos e biotecnologia, não tem sido suficiente para minimizar a questão alimentar no mundo e, enquanto novas áreas de produção são incorporadas, milhares e milhares de hectares de terra são abandonados ou se tornam improdutivos, pelo uso inadequado e predatório dos recursos naturais.”

A conexão entre a irrigação e a qualidade da água, de acordo com Warkentim (1991), se torna clara na infiltração de químicos solúveis abaixo da zona radicular, que gradativamente contaminam as águas subterrâneas aos poucos, assim como no incremento das lâminas de irrigação onde a drenagem do solo não é apropriada, e então problemas de salinização se manifestam, principalmente em zonas áridas.

Sobre a influência da água na irrigação, Figueiredo *et al* (2009) dizem que a agricultura irrigada depende tanto da quantidade quanto da qualidade da água, fato que mostra a exigência de se levar em consideração o estado da água antes de ser utilizada, já que estudos mostram que a poluição pode trazer diversos detritos, compostos orgânicos, elementos tóxicos e nutrientes em excesso para as águas (Ongley, 2002), e que não só as

ações antrópicas causam esses males, pois um simples escoamento de diversos cátions prejudiciais causado pela chuva pode reduzir a qualidade da água a ser utilizada (Delpa et al. 2011). Mas, de acordo com Resende (2002), os motivos mais comuns para a perda de qualidade da água em áreas rurais se dá na utilização intensiva de fertilizantes, defensivos e resíduos derivados da criação intensiva de animais.

Um estudo da FAO (2000) mostra que há complicações para obter informações sobre as enfermidades transmitidas pela água ligada à irrigação, e apesar de alguns países disporem de dados sobre as principais doenças associadas a este tipo de água, tais como diarreia e febre tifoide, nenhum caso chega a distinguir se elas são originadas da irrigação ou de outras atividades recorrentes. Porém outros estudos mostram que a intensificação do uso de pesticidas pela agricultura facilitou a adesão de íons altamente tóxicos em matéria orgânica (Fava et al, 2010), assim como a utilização dos fertilizantes e do reuso de resíduos da criação intensiva de animais aumentam as concentrações de nitrato e nitrito nas águas subterrâneas e superficiais (Resende, 2002), além de facilitarem a eutrofização desses corpos hídricos, aumentando a quantidade de matéria orgânica no meio afetado e consequentemente afetando a vida aquática pela redução de oxigênio (CETESB, 2001).

## 2.2 CLASSIFICAÇÃO DAS ÁGUAS

A fim de padronizar esse uso, uma resolução do Conselho Nacional do Meio-Ambiente classifica no Brasil os corpos de água de acordo com seu uso, assim como estabelece as condições e padrões no lançamento de efluentes (Brasil, 2005). A resolução nº 357/2005 mostra detalhadamente quais as exigências físico-químicas para as análises, e define que as classes I e II de águas doces podem ser usadas para a irrigação de hortaliças, e que a classe três serve para a irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras. E além dessa resolução voltada para a sustentabilidade e funções ecológicas da propriedade, existem outros padrões que se aliam a outros aspectos da irrigação. Nakayama & Bucks (1986) e Ayers & Westcot (1986) definem padrões para explicarem problemas de dano aos sistemas de irrigação, associados ao ferro, pH, cálcio, magnésio e dureza da água, sendo que estes também discorreram sobre os problemas de salinização do solo baseados no parâmetro da condutividade elétrica da água, problema este que ocorre em terrenos mais aluviais, de baixa drenagem natural e mal irrigados; muitas vezes os produtores rurais irrigam em excesso suas terras e desconhecem os danos associados à salinização, além de contribuírem com o desperdício, de acordo com dados da Companhia Elétrica de Minas Gerais, CEMIG (1993). O

efeito da salinidade é de natureza osmótica e pode afetar o rendimento das culturas ao alterar a capacidade de infiltração do solo; a toxicidade, citada anteriormente, afeta as plantas internamente e podem causar diversos prejuízos, reduzindo gradativamente o rendimento e com uma magnitude que depende do tempo à exposição (Costa *et al.* 2005).

Atender todos esses parâmetros é uma condição realmente complicada, principalmente quando o crescimento populacional e a intranquilidade quanto à segurança alimentar vêm aumentando (Paz, Teodoro e Mendonça, 2000). E por isso diversos autores têm enfatizado a necessidade do monitoramento contínuo da água, principalmente quando tantos prejuízos quanto os explicados podem ocorrer (Reis, C. F. et al., 2011). Sobre esse monitoramento, Harmancioglu et al. (1998) comentam:

“Na realidade, a concepção espacial das redes de monitoramento de qualidade da água não é independente das frequências temporais e das variáveis a serem observadas. Por isso, alguns procedimentos do projeto devem combinar ambos os critérios de design espacial e temporal para avaliar o custo-benefício do espaço-tempo”

Este monitoramento conta com os trabalhos da ecotoxicologia.

## 2.3 ECOTOXICOLOGIA

A Ecotoxicologia é a ciência responsável pelo estudo dos efeitos adversos das substâncias químicas sobre os ecossistemas e seus componentes (Kendall et al., 1996). A análise ecotoxicológica tem por finalidade saber se, e em qual grandeza, as substâncias químicas, isoladas ou em misturas, são nocivas, e como e onde se manifestam seus efeitos (Knie & Lopes, 2004). Porém é necessário ressaltar que a ecotoxicologia não dedica necessariamente à água que será utilizada pelo ser humano, caracterizando um estudo para a saúde pública necessariamente, mas sim se dedicando à manutenção das espécies dos ecossistemas analisados. Por exemplo, além da exigência da CONAMA de não permitir que efluentes causem algum dano ao meio-ambiente, o estado do Rio Grande do Sul dispõe de uma resolução que já estabelece os padrões para ensaios toxicológicos de efluentes líquidos para águas superficiais. Assim como a portaria nº17/02 da Fundação do Meio Ambiente (FATMA) do estado de Santa Catarina estabelece, de maneira mais específica, os limites máximos para os efeitos de toxicidade aguda para os ensaios realizados com microcrustáceos *Daphnia magna* e para a espécie de peixe *Vibrio fischeri*, explicando esses padrões para cada tipo de origem dos efluentes, como de atividades agroquímicas e de setores alimentares.

Apesar da criação mais recente do nome “ecotoxicologia”, estudos toxicológicos já ocorriam há mais tempo, mas sem focar a manutenção dos ecossistemas, e sim analisando a toxicidade em certas espécies. Os testes de toxicidade aquática geralmente utilizam certos organismos como peixes, caramujos, daphnias e algas, que serão expostas a determinados agentes tóxicos por um período de tempo específico a fim de estudar os efeitos sobre a reprodução e desenvolvimento das espécies, além dos danos de curto e longo prazo (efeitos agudos e crônicos) sobre esses seres. Ou seja, a análise vai muito além da letalidade de certas substâncias atualmente, mas também permitem avaliações de danos menores e que podem ser contínuos em uma geração. A tecnologia aliada ao trabalho com esses organismos permite alcançar resultados que antes não poderiam ser identificados apenas com os aparelhos, pois suas limitações tecnológicas impossibilitavam a detecção de certos agentes abaixo de uma quantidade limite, porém a sensibilidade dos organismos-teste facilita esse trabalho, variando entre a apresentação dos sintomas dos efeitos agudos ou crônicos até a mortalidade (Knie & Lopes. 2004).

Atividades agrícolas estão sempre fortemente associadas à devastação de ecossistemas. Estudos como o de Tilak, Veeraiah e Raju (2007) mostram o efeito da amônia, do nitrito e do nitrato em peixes, e em suas conclusões fica claro que as substâncias alteraram a capacidade do sangue em transportar oxigênio, sofrendo assim de anoxia; outro fato observado sobre o nitrito é que em algumas de suas conversões ele pode se tornar um agente químico mutagênico e carcinogênico. E essas substâncias escorrem para as águas principalmente devido a atividade industrial e o uso de fertilizantes. Outro estudo, de Barra et. al (2004), discute diretamente em suas conclusões que a maior parte das amostras de toxicidade aguda foram retiradas de regiões rurais onde atividades agrícolas e silvícolas eram mais fortes. E os testes para toxicidade crônica também mostraram que além da forte influência dos efluentes urbanos, foram detectados efeitos na área rural onde ocorrem atividades agrícolas intensivas, principalmente pastagem e cultivo de cereais. As substâncias mais ressaltadas nesse trabalho são provenientes de pesticidas, e apesar de possíveis alterações nos resultados finais, devido algumas filtrações realizadas nos líquidos de análise, somada com a impossibilidade de se realizar uma pesquisa com todos os ensaios possíveis, é mostrado que as técnicas utilizadas permitem compreender os efeitos adversos das atividades antrópicas, fato que apenas as análises físico-químicas não conseguiriam.

Dentro de um contexto sistêmico onde a água é retirada de um meio específico, passa por um cultivo e depois é despejada de volta, com o conhecimento desses dados, a situação se

apresenta de maneira mais alarmante. Técnicas para a análise da água antes da sua utilização tais como a galvanização, a volumetria, a espectrofotometria, a gravimetria ou a condutimetria, por exemplo, são métodos instrumentais (mais rápidos e sensíveis) e métodos clássicos (geralmente mais exatos) que devem ser considerados na avaliação da qualidade da água e para a obtenção de maiores informações (Almeida, 2010). Porém isso é referente apenas ao que antecede as atividades agropecuárias, que consomem aproximadamente 69% de toda água derivada de fontes (Christofidis, 1997).

A fase do escoamento, quando ignorada, reforça o comportamento empresarial que busca maximizar os rendimentos, e ao dissociar a água da terra, ela se torna um produto de valorização diferente, baseando o valor primário no valor de obtenção (Paz, Teodoro e Mendonça, 2000). Mas dessa forma os complexos fatores sociais e ambientais são deixados de lado, subestimando assim o valor real da água e eternizando os mecanismos de degradação ambiental e de exploração absurda dos recursos hídricos.

### 3. EXPERIÊNCIA PRÁTICA EM ECOTOXICOLOGIA

As atividades descritas a seguir compõem a rotina do laboratório e consistem basicamente na execução das normas da ABNT, que buscam o estabelecimento de padrões que garantem a validade dos experimentos e da boa qualidade na manutenção de cultivos.

#### 3.1 MANUTENÇÃO DOS MICROCRUSTÁCEOS E MOLUSCOS

*Figura 1: Ceriodaphnia Dubia*



*Fonte: Are We Underestimating Species Extinction Risk? (2005)*

*Ceriodaphnia dubia* Richard, 1894 (Cladocera, Crustacea) é um microcrustáceo zooplantônico, de 0,8 mm a 0,9 mm de comprimento, que atua como consumidor primário na cadeia alimentar aquática e se alimenta por filtração de material orgânico particulado. Estes organismos, vulgarmente conhecidos como pulga d'água (ABNT, 2005).

*Figura 2: Biomphalaria Glabrata*



*Fonte: The NIH-NIAID Schistosomiasis Resource Center*

*Biomphalaria glabrata* Say, 1818 (Pulmonata, Planorbidae) são caramujos que podem ser encontrados em uma grande variedade de coleções de água doce, paradas ou pouco



correntes. Esses organismos possuem uma concha com até 40 mm de diâmetro e 11 mm de largura. É o maior molusco da família Planorbidae e é amplamente utilizado em testes de ecotoxicidade devido à fácil manutenção em laboratório.

### 3.2 PRODUÇÃO DE ÁGUA MOLE

A água mole tem várias aplicações em um laboratório de ecotoxicologia, como para o enxágue da vidraria que em algum momento será utilizada e não pode conter certas substâncias que alterariam o resultado de algum experimento. Ela também é utilizada visando diminuir o risco ou a abrasividade em objetos utilizados para a transferência e cultivo dos organismos teste.

Como padronizado pela ABNT (2005), a água mole utilizada para ensaios ecotoxicológicos deve ter o pH variando entre 7,2 a 7,6 e dureza variando entre 40 a 48 mg/L  $\text{CaCO}_3$ . Sua constituição se dá com 200 ml de uma solução de sulfato de cálcio dihidratado em água destilada mais 100 ml de uma solução de cloreto de potássio, sulfato de magnésio heptahidratado e bicarbonato de sódio diluídos também em água destilada. Esses 300 ml são diluídos em mais água destilada, até que se completem 10 litros.

Para a determinação da dureza da água é utilizado o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA), que é um reagente eficiente; um indicador negro de Eriocromo T, que é um indicador que altera a cor da solução ao ser analisada de acordo com seu pH e muda de cor conforme a mudança da dureza na substância além da bureta de 50 ml e outras estruturas básicas para a realização da titulação.

Antes que a solução a ser analisada receba o negro de Eriocromo, ela deve ser tamponada. O tamponamento envolve a adição de uma espécie química que resiste à mudança de pH se adicionados à uma base ou ácido, mantendo-a equilibrada.

Após o tamponamento é adicionado o negro de Eriocromo na solução em um erlenmeyer. Este será posicionado embaixo da bureta, previamente limpa com o próprio EDTA, e deverá ser constantemente misturado enquanto o gotejamento do EDTA ocorre sobre a solução. O nível de dureza será determinado assim que o indicador mudar de cor, geralmente de um tom mais próximo do vermelho para um tom azulado, e então pode ser calculada a partir da diferença entre a quantidade inicial de EDTA na bureta menos a quantidade final, sendo que o resultado, quando multiplicado por 10, representará a dureza em miligramas por litro.

### 3.3 CULTIVO DE ALGAS VERDES

A fim de alimentar os microcurstáceos e também por sua utilidade como organismos-teste, o laboratório de ecotoxicologia cultiva algas, porém com menos frequência que as outras atividades. Um estoque de cultivos é mantido em refrigeração constante, além de ficarem protegidos por papel alumínio para que as atividades metabólicas sejam interrompidas ao máximo.

Quando há a necessidade de renovar as algas para usos gerais, elas são inoculadas em dois litros de meio de cultivo, em recipientes autoclavados, em um meio asséptico. A cultura é aerada ininterruptamente, e é mantida em uma câmara de iluminação constante, por um período de 4 a 6 dias. Ao fim dessa fase as algas devem ser transferidas em 200 ml para erlenmeyers também autoclavados e cobertos por papel alumínio. Essa etapa deve ocorrer em uma câmara de fluxo antecipadamente esterilizada, que protegerá o meio de cultivo de maiores contaminações. Os frascos são identificados pela data e com a concentração das algas. Essa concentração é obtida após a contagem das algas que, ao levar em conta que a quantidade de algas a ser fornecida deve ser de aproximadamente  $2 \times 10^5$  células por indivíduo, permitirá o cálculo da proporção de células por mililitro (ou microlitro) a ser aplicado em cada béquer.

#### 4. METODOLOGIA

As tarefas realizadas durante o estágio supervisionado na EMBRAPA/CPAC buscavam a manutenção dos microcrustáceos, manutenção dos moluscos e alimentação dos organismos no laboratório de ecotoxicologia, como também, a produção de água mole, preparação de reagentes, coleta de água da cachoeira-e cultivo de algas.

	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>Manutenção dos Microcrustáceos</b>	X		X		X
<b>Manutenção dos Moluscos</b>	X			X	X
<b>Alimentação dos Organismos</b>	X		X		X
<b>Preparo de reagentes e água mole</b>		X			

Atividades como a produção de água mole, alguns reagentes e a coleta de água da cachoeira eram menos regulares, principalmente o cultivo de algas, que ocorre em grandes espaços de meses.

##### 4.1 MANUTENÇÃO E ALIMENTAÇÃO DOS MICROCRUSTÁCEOS E MOLUSCOS

Prioritariamente as *Ceriodaphnia Dubia* Richard, 1894 (Cladocera, Crustacea) são cultivadas em um meio neutro. Os recipientes para cultivo são béqueres de 500 ml de água reconstituída, e que após as trocas são lavados com sabão neutro. Estes béqueres podem conter no máximo 120 organismos. Em casos de cultivos individuais são utilizados béqueres de 30 ml com 15 ml de água reconstituída. A troca de recipientes é realizada ao menos uma vez por semana, evitando diferenças de temperatura maiores que 2°C. Os organismos são transferidos com pipetas volumétricas de 10 ml de ponta arredondada, lavadas adequadamente com água mole. As culturas são mantidas em uma incubadora a 22°C, com fotoperíodo de 12

horas de luz e 12 horas de escuro com intensidade luminosa de 1100 lux. Estes microcrustáceos são alimentados três vezes por semana com uma suspensão algácea, e para cada indivíduo são dedicados uma quantidade de 12 a 16 µl, que concentram aproximadamente  $2 \times 10^5$  células de algas. Estas suspensões são semanalmente separadas dos erlenmeyers para tubos de menor volume para que o manejo seja facilitado. Essa transferência ocorre em câmaras de fluxo esterilizadas e após essa etapa os tubos são centrifugados a fim de separar o sobrenadante do cultivo das algas e é substituído por água mole para evitar que as algas se alimentem dos nutrientes do meio de cultivo. Esses tubos são constantemente resfriados e protegidos da luz e são periodicamente renovados para que os cultivos de microcrustáceos não sejam prejudicados.

A água utilizada para seus cultivos consiste em 9,7 litros de água da cachoeira somados a 300 mililitros dos reagentes utilizados na produção de água mole com o objetivo de estabilizar a dureza dessa água entre 40 a 48 mg/L  $\text{CaCO}_3$ . Esta solução pode passar 48 horas aerando ou 24 horas aerando com o auxílio de um agitador magnético. Esta água reconstituída é utilizada três vezes por semana para substituir o meio de cultivo dos microcrustáceos, momento este que também é aproveitado para a realização da contagem destes seres e observação de quedas ou aumentos nas populações.

Os caramujos *Biomphalaria glabrata* Say, 1818 (Pulmonata, *Planorbidae*) são mantidos em cubas de vidro contendo 4L de água reconstituída, renovada semanalmente por sifonação – a fim de retirar os detritos depositados no fundo dessas cubas, além de evitar a fermentação dos resíduos acumulados durante os dias. No caso de cultivos individuais os organismos são mantidos em copos de vidro de 300 ml com água de cultivo. A alimentação é realizada de dois em dois dias com alface lavada em água corrente seguida de uma limpeza com água mole, além disso, duas vezes por semana, uma pequena quantidade de terra é jogada sobre as alfaces para que a necessidade de nutrientes que irão compor as conchas desses organismos seja suprida.

## 5. ANÁLISE

Dentro da rotina laboratorial foi observado que leves mudanças nas condições da água, em que eram cultivados os microcrustáceos, geravam grandes perdas de população. Como consequência, havia uma necessidade de substituição constante do inóculo de microalgas utilizado para alimentação. Durante uma queda observada na população dos microcrustáceos, a medida tomada foi a de descartar as algas utilizadas para os inóculos, pois foram consideradas “velhas”.

As algas também consomem os nutrientes do meio de cultura e podem morrer, produzindo toxinas no ambiente, o que também pode gerar mortalidade dos microcrustáceos que as consumirão.

Como medida de manutenção, as algas eram mantidas sob refrigeração para redução do seu metabolismo, sem provocar o efeito letal.

Apesar do cultivo ser menos rigoroso do que microcrustáceos, os caramujos também apresentaram exigências diárias regulares, mortalidades na colônia e queda na reprodução.

A titulação para determinação da dureza da água, realizada rotineiramente no laboratório de ecotoxicologia, avalia níveis de concentração de cálcio e magnésio, elementos que podem prejudicar os sistemas de irrigação. Apesar de sua simplicidade, a avaliação da dureza da água se torna extremamente útil para a detecção de características de qualidade da água que podem desfavorecer seu uso na agricultura.

As atividades de laboratório permitiram reproduzir e avaliar em pequena escala o potencial de dano das atividades agropecuárias e permitem indicar os fatores mais importantes para os ecossistemas, servindo como instrumentos de alerta que viabilizariam o desenvolvimento da agricultura sustentável.

## 6. CONCLUSÃO

Todas as atividades do laboratório de ecotoxicologia voltado para a análise da qualidade da água se mostram bastantes eficientes em uma possível integração como sistema de monitoramento, sem necessariamente voltar seus estudos para as funções agronômicas e sanitárias, mas sim viabilizando o desenvolvimento de critérios mais inteligentes para limites de contaminação da água além de servir não apenas como alerta ambiental pós-escoamento, mas que promova estudos que antecipem a qualidade da água no intuito de promover uma agricultura mais sustentável assim como uma evolução no que diz respeito à saúde pública.

Mesmo que os experimentos laboratoriais de ecotoxicologia estejam vinculados a um rigor metodológico que de certa forma artificializa os resultados das análises, suas conclusões tem grande abrangência no meio acadêmico, pois essa ferramenta é uma das formas rápidas e disponíveis de se gerar uma potencial resposta sobre o que pode acontecer no ambiente natural.

Ao expor os problemas geradores de impactos ambientais no campo, a ecotoxicologia surge como um ótimo instrumento para a promoção de uma agricultura mais sustentável, pois alerta sobre as contaminações aos quais animais e populações em regiões de atividade rural possivelmente se expõe, garantindo que novas atitudes possam ser tomadas a fim de corrigir ou evitar maiores catástrofes naturais.

No entanto, a ecotoxicologia ainda não é uma ciência muito difundida por outros campos além do ambiental, e seus resultados apresentam uma grande utilidade para o desenvolvimento de outros estudos mais multidisciplinares. Se fosse mais integrada a assuntos de saúde pública, por exemplo, influenciaria muito mais na eficácia de ações sustentáveis, que buscam corrigir práticas abusivas ao meio-ambiente.

## 7. REFERÊNCIAS

ABNT – NBR 13373 método de ensaio com *Ceriodaphnia dubia* (Crustácea Cladóceras)/ 2005.

ALMEIDA, O. A. **Qualidade da água para irrigação** – Dezembro de 2010. Embrapa Mandioca e fruticultura.

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2005). Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. DOU, Brasília (Brasil).

CETESB: **Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo 2000**, Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental: São Paulo, Brasil, 2001.

CHRISTOFIDIS, D. **Situação das áreas irrigadas no Brasil**. (Versão Preliminar). Brasília, DF: MMA/SRH, 1997. Não paginado. (Programa Nacional de Irrigação e Drenagem).

FAO. El riego en América Latina y el Caribe em cifras. <<ftp://ftp.fao.org/agl/aglw/docs/wr20.pdf>> 2000.

FATMA - FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA. Portaria nº 017/02 de 18 de abril de 2002. **Limites Máximos de Toxicidade Aguda para Efluentes de Diferentes Origens**. 2002

FIGUEIREDO, V. B. MEDEIROS, J. F. ZOCOLER, J. L. SOBRINHO, J. S. **Evapotranspiração da cultura da melancia irrigada com água de diferentes salinidades**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 29, n. 02, p.231-240, abr. 2009

HARMANCIOGLU, N.B.; OZKUL, S.A.; ALPASLAN, M.N. **Water Monitoring and Network Design**. In: HARMANCIOGLU, N.B.; SINGH, V.P.; ALPASLAN, M.N., Eds. Environmental Data Management. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, Water Science Technology Library, vol 27, 1998. p. 61-100.

KENDALL, R. J. et al. Aquatic and terrestrial ecotoxicology. In: KLAASSEN, C. D., AMDUR, M. O., DOULL, J. **Casarett & Doull's Toxicology the Basic Science of Poisons**. MacGraw-Hill: New York, 1996. p. 883-905.

KNIE, J. L. W.; LOPES, E. W. B. **Testes ecotoxicológicos: métodos, técnicas e aplicações**. Florianópolis: FATMA / GTZ, p. 289, 2004.

NAKAYAMA, F.S; BUCKS, D.A. **Trickle irrigation for crop production: Design, operation and management**. Amsterdam, Elsevier, 1986, p.164

ONGLEY, E. D. **Control of water pollution from agriculture**. Documento eletrônico (FAO irrigation and drainage paper, 55). Disponível em

PAZ Pedro S.; TEODORO, R. E. F.; MENDONÇA, Fernando C. **Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente.** Vita L. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.3, p.465-473, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB. 2000.

RESENDE, Alvaro V. **Agricultura e qualidade da água: contaminação da água por nitrato.** Planaltina, embrapa cerrados, 2002. 29p. 27 July 2011.

TILAK, K.S.; VEERAIHAH, K. J.; RAJU, Milton Prema. **Effects of ammonia, nitrite and nitrate on hemoglobin content and oxygen consumption of freshwater fish, Cyprinus carpio (Linnaeus).** Journal of Environmental Biology January, 2007.

SMITH, V.H. **Eutrophication of freshwater and coastal marine ecosystems: a global problem.** Environ Sci Pollut R 2003;10:126–39.